

京都大学工学部 正員 長尾義三
○愛知県庁 正員 田口晶一

[1]はじめに

本研究は、施設の長期にわたる配置の形態を従来の段階開発理論の概念を用いて分類し分析したものである。同時に、その中で輸送費用が"ダイナミズム"発生の一要因になることを指摘して、それを考慮した動学的配置モデルの定式化を行ない、それを検討する。ここにおいて、"ダイナミズム"の発生とは、段階開発理論同様、時間軸の導入において部分最適化を追うことが全体の最適化に致らなことを表わす。具体的に言えば、このことにより"追いかけ型"から"一括型"や"段階型"の建設形態が存在する可能性があることを示している。したがって、本研究は非凸な環境下の問題を取り扱っていることになる。

[2]施設の分類

立地因子は、通常需要因子(収入因子)・費用因子・絶対個人的考慮の3つに大別される。さらに、Isardは、上の費用因子を3つのグループに類別した。第1は、輸送費用・移転費用などの一定の点からの距離につれて規則的に変化する費用である。第2は、労働・エネルギー・地形等の各種の環境からその地点の特性値として付与される費用である。第3は、集積の経済をもたらす効用・非効用の種々の因子からなる。本研究では、第1グループの因子として、施設までの輸送費用、第2グループの因子として、配置可能地点における建設費用、第3グループの因子として、規模の経済のみを考える。

こうして分類された費用項目に着目して都市および交通施設を図-1のように分類することができる。需要の弾力性による分類は、費用の大小が利用者の料金に反映し、それが需要に及ぼす影響の程度による分類である。さらに配置重視型の施設とは、前述の費用因子の分類中の第1グループの施設までの輸送費用・遠近等が影響し、そのため施設の配置形態が重視される施設である。また機能重視型の施設とは、第3グループの規模による施設機能が重視される施設群である。

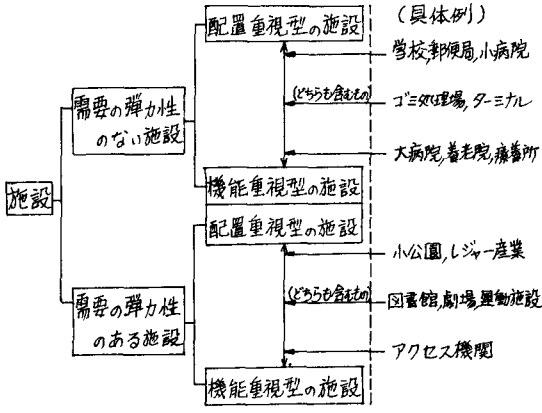


図-1 施設の分類

[3]Z都市間の施設配置形態

Z都市間で、配置重視型あるいは機能重視型の施設を需要の増加に合わせて整備していく問題を考える。ここでは、その配置形態の類別を行なうことを主眼としているため、最も単純化した同型都市間でのZ段階開発の比較分析を行なう。もし1都市(1都市)において1施設を建設しようとする、建設費と輸送費を最小とする中心よりある地点に建設され、Z都市間で1施設を建設する場合はその中央に建設されると考える。すると、Z段階での建設形態は図-2における(a)~(f)の6パターンに分けられる。

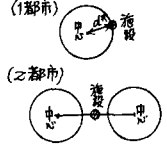


図-2

パ タ ン	建設地点		◎:有利 ○:少し有利 X:不利			
	第1期		輸送費用	建設費用	利用費用	遠近費用
	第1期	第2期	第1期	第2期	第1期	第2期
(a)	●	●	○	◎	○	
(b)	●	●		◎	◎	
(c)	●	●	◎	○	○	
(d)	●	●		X	◎	◎
(e)	●	●	◎	◎	X	X
(f)	●	●		X	X	◎

(注) ●が施設の立地点、数字(1,2)は施設規模。

図-3 各配置パターンの行動様式とそのメリット

図-3の(a)~(f)の配置パターンのうち、(a)(b)は第1期の最適化を試みたのち第2期の最適化を追っているという意味で“追いかけ型配置”，(c)(d)は第1期・第2期を通じた最適化を計っているで“段階型配置”，(e)(f)は諸費用の軽減のため始めから一括して建設しているという意味で“一括型配置”といえる。さらに、別の視点から見ると、(a)(c)(e)はそのパターンをとるに至った要因が、輸送費用という第1グループの因子であり、配置重視型の施設の性格を持っているといえる。一方、(b)(d)(f)は規模により変える因子によるもので、機能重視型の施設の性格を持っていると考えることができる。これをまとめると、表-1のようになる。

施設の性格 建設形態	施設の性格	
	配置重視型	機能重視型
追いかけ型	(a)	(b)
段階型	(c)	(d)
一括型	(e)	(f)

このうち、特に配置重視型施設について、

表-1 各配置パターンの分類

多地域多段階へ拡張した問題を解いてみよう。

[4] 配置重視型施設の動学的配置分析

n 地域における m 個の配置可能地点のうち T 期に分けられた期間において、どのような順序で施設を配置していくのが良いのかを定式化するために仮定を置く。

- 1)計画期間を T 期に分割し、施設の建設は各期の最初の年だけ行なえるものとする。
- 2)需要は価格に関して非弾力性であるとし、各期において各地域で一律な率で伸びるものとする。
- 3)各施設の利用費用・外部不経済は一変とする。
- 4)各施設は規模の経済が全然働かないものとし、ゆえに将来における一体に利用をめざす施設の拡張は行なわれなければならない。(純粋な配置重視型であるの意味)

以上の仮定より問題はつぎのように定式化できる。

$$\begin{aligned}
 TC^* = \min_{y, x} & \left[\sum_{j=1}^m e^{rt_j} \sum_{i=1}^n a_i t_j y_{ij}(t) + \sum_{i=1}^n e^{rt_i} \sum_{j=1}^m \alpha_j \sum_{t=1}^T \beta_t C_{ij}(t) X_{ij}(t) \right] \\
 \text{subject to} & \sum_{j=1}^m X_{ij}(t) = D_i(t) \quad (i=1, \dots, n) \quad (a) \\
 & \sum_{i=1}^n X_{ij}(t) \leq Q_j(t) \quad \sum_{t=1}^T y_{ij}(t) \quad (j=1, \dots, m) \quad (b) \\
 & X_{ij}(t) \geq 0 \quad (i=1, \dots, n; j=1, \dots, m; t=1, \dots, T) \quad (c) \\
 & \sum_{j=1}^m y_{ij}(t) \leq 1 \quad (j=1, \dots, m) \quad (d) \\
 & y_{ij}(t); \text{ binary (0 or 1)} \quad (e)
 \end{aligned}$$

(記号) $y_{ij}(t)$; t 期に j 施設を建設するとき0, しないとき1の定数
 $f_j(t)$; j 施設の建設費を50年の毎年等価に直したもの
 $C_{ij}(t)$; i から j への単位輸送費

$X_{ij}(t)$; i 地域の j 施設に対する t 期の最後の年における流量
 $D_i(t)$; i 地域の t 期の最後の年における総需要量
 $Q_j(t)$; j 施設の最大利用容量, r ; 割引率
 α_j ; t 期の輸送費の $X_{ij}(t)$ に対する換算係数

β_t ; 建設費をサービスライフが50年であるため修正する係数

すなわち、このモデルは、需要は非弾力性であるので

(1)の需要制約式, (3)の容量制約式, (5)の相互排他式下において、第1第2グループの因子である輸送費と建設費の総計を全期において最小にするという混合整数計画モデルである。これは、全期を初めから考慮して配置するという意味で“段階型配置モデル”といえる。同様にして、“追いかけ型配置モデル”“一括型配置モデル”も定式化できる。これらを実際の国際貨物空港の配置問題に適用し、各モデルの解かれた答えの違い(これが“ダイナミズム”の発生)を調べてみよう。

[5] 動学的配置重視型施設モデルの具体的適用

適用例として、比較的資料の豊富にあった国際貨物空港の配置問題を考えた。数値は、文献(3)を主に用いた。具体的に述べると、日本全体を6地域に分け、配置可能地点として、東京・名古屋・大阪・北九州を考えた。さらに、混合整数計画問題の解析に当っては、Bendersの分割法を一部改良して用いた。建設費・需要量等について数値を様々に変えて計算してみた。つぎにそのうちの1サンプルを表-2で示す。

電費(円/kWh)	S60	S65	S70	割引率	0.05	$F_{ij}=RF_{ij}$, $R=0.8$									
建設形態	解算時の配置			一括型配置			追いかけ型配置			段階型配置					
期	S60	S65	S70	S60	S65	S70	S60	S65	S70	S60	S65	S70	S60	S65	S70
東京				○			○			○			○		
大阪				○			○			○			○		
名古屋	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
北九州		○		○			○			○			○		
Total Cost (100億円)				180	348	570	150	226	386	150	241	376			

表-2 モデルの具体的適用の一例 (1960年を建設開始年とする)

多数の計算結果より、従来の静的分析では予値が生ずる場合があること、動学的分析におけるダイナミズムの発生は輸送費が大きい(建設費が少ない)程、割引率が低い程、大きく作用することがわかった。

[6] 終りに 今後仮定(1)~(4)を個々に削除することにより、規模の経済をも含んだダイナミズムの分析を行ない、各種の施設への適用を広げてゆきたい。

- 参考文献 (1) アイサード(木内信蔵監訳); 立地と空間経済
 (2) 吉田哲生; 段階建設に関する基礎的考察, 昭和三十九年
 (3) 山田孝嗣; ターミナルの立地選択に関する基礎的研究, "